

Resiliencia, Tenacidad y Fractura

9 de marzo de 2006

1. Resiliencia

Éste concepto se refiere a la capacidad que los materiales tienen de acumular energía elástica antes de volverse viscosos o entrar en régimen de fluencia¹.

$$U_r = \int_0^{\varepsilon_y} \vec{\sigma} \cdot d\vec{\varepsilon} \quad \text{Módulo de Resiliencia}^2$$

Pero para decidir entre diferentes tanques a presión, cerchas o alambres, tenemos que saber qué es la **tenacidad**.

2. Tenacidad

La tenacidad cuantifica la energía total de un material hasta la fractura ó entalla. En el primer caso, este concepto se utiliza para condiciones estáticas, y el segundo para dinámicas.

Una entalla es un concentrador de tensiones, como grietas o huecos en materiales, en donde las tensiones aumentan debido a la menor coalescencia entre las moléculas en su proximidad. Por este motivo, algunos materiales dúctiles pueden fracturarse o agrietarse en entallas. En una entalla elíptica, como el ejemplo de la figura 1, el valor teórico de la tensión en la grieta es $2\sigma_0 \frac{L_{entalla}}{r_{grieta}}$, donde el radio se refiere a la curvatura local de la superficie

¹Desde un punto de vista psicológico, este término se refiere a la capacidad del ser humano para vencer dificultades.

²Ej 1. Demuestre que esta expresión puede aproximarse como: $U_r = \frac{\sigma_y^2}{2E}$, si suponemos que para calcular U_r , (cantidad de energía por unidad de volumen capaz de almacenar un material sin riesgo a la deformación permanente) en el caso uniaxial, podemos suponer válida la ley de Hooke hasta el punto de fluencia.

Solución

Si $\sigma(\varepsilon) = E\varepsilon, \forall \varepsilon \in [0, \varepsilon_y)$, entonces, en el caso uniaxial: $\int_0^{\varepsilon_y} \sigma(\varepsilon)d\varepsilon = \int_0^{\varepsilon_y} E \frac{d\varepsilon^2}{2} = \frac{E\varepsilon_f^2}{2}$

de la grieta o entalla, y numerador es el tamaño global característico de la entalla. Lo mismo cabe decir de la grieta de la figura 3.

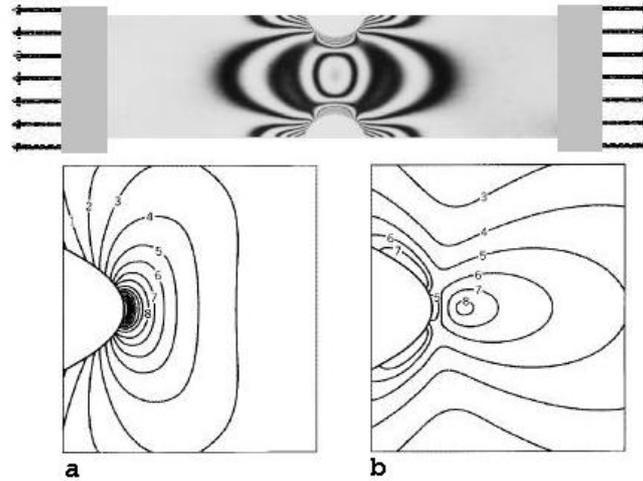


Figura 1: Campo de tensiones en la proximidad de un agujero elíptico, con esfuerzo uniaxial aplicado en la dirección y . (a) Contornos de σ_y , (b) Contornos de σ_{xy} .

3. Fractura

En el caso de la probeta de la figura 2, dos pinzas tensan la pieza y debido a la fotoelasticidad, se aprecian como las isolíneas de tensión interna, conforme el material se tensa (perpendiculares a la dirección del vector fuerza) alcanza valores superiores a los nominales.

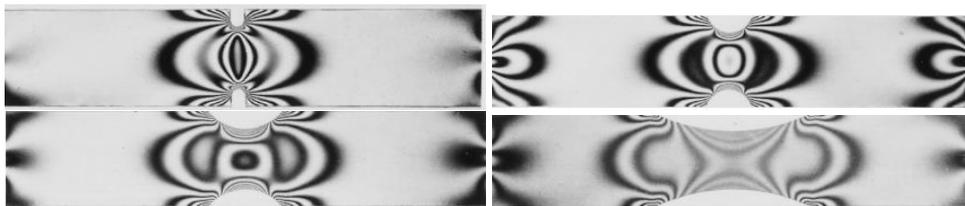


Figura 2: De izd a drch, estados de tensión en torno a entallas al aumentar la tensión

Las grietas son más peligrosas en materiales cerámicos³, ya que al ser más resistentes

³Figure 20.2 Strength versus density materials selection chart. Design guidelines for performance indices of 3, 10, 30, and 100 (MPa)^{2/3} m³/Mg have been constructed, all having a slope of (Adapted from M. F. Ashby, Materials Selection in Mechanical Design. Copyright © 1992. Reprinted by permission of Butterworth-Heinemann Ltd.)

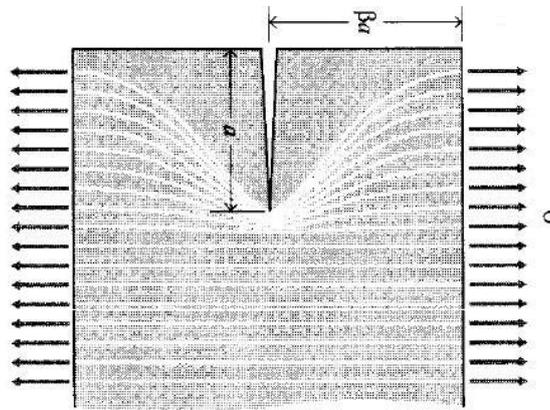


Figura 3: Grieta

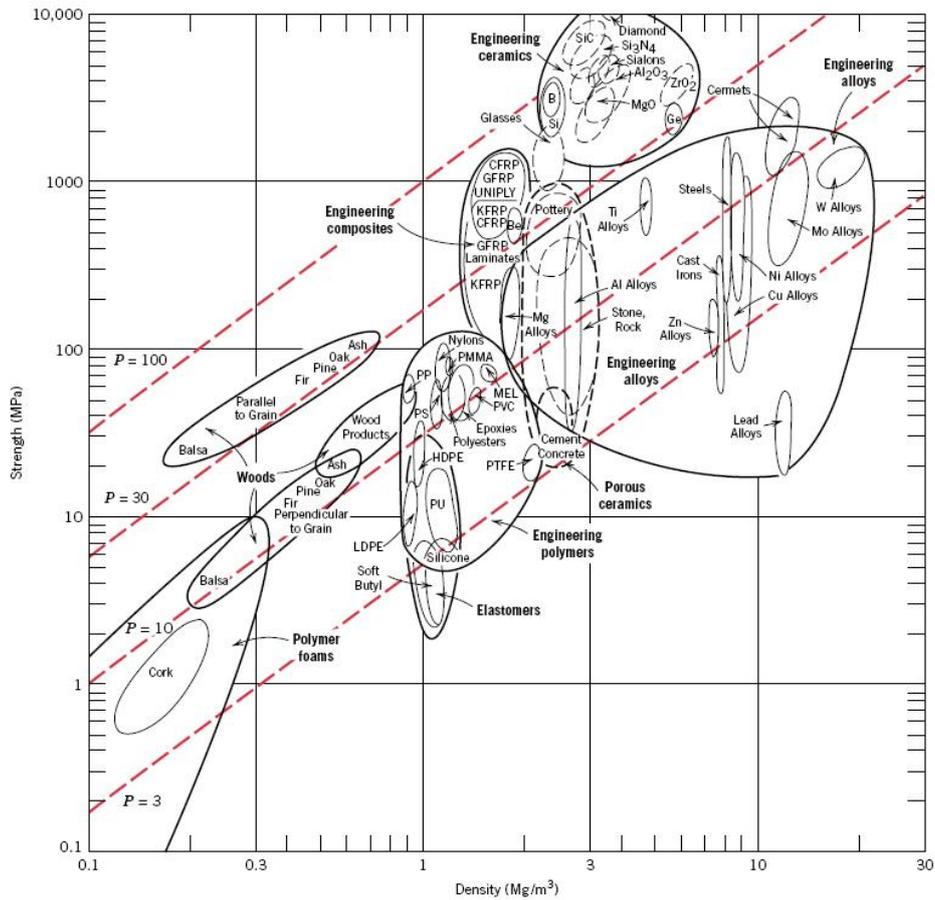
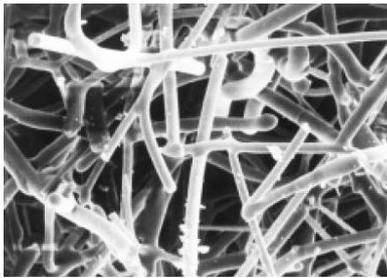


Figura 4: Chapter 20, Materials Selection and Design Considerations ,'Fundamentals of Materials Science and Engineering: An Integrated Approach, 2nd Edition,William D. Callister, Jr.

que los metales y por último los polímeros





¿Quiere saber más? 

Figura 5: Microfotografía 750X del recubrimiento cerámico de un transbordador espacial. Esta cerámica se ha hecho mediante sinterización (proceso de calentar un material justo por debajo de su punto de fusión para formar una masa sólida), por lo que se aprecian las fibras de silicio rodeándose entre ellas